

ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТРУБ ЛИФТОВЫХ ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫХ (ТЛТ) В ОАО «СинТЗ»

DEVELOPMENT OF THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF VACUUM INSULATED TUBING (VIT) IN SINARSKY PIPE PLANT

Д.В. Овчинников, М.Н. Лефлер, А.И. Пугин

ОАО «Синарский трубный завод». 623400, г. Каменск-Уральский, Заводской проезд, 1, czl@sintz.ru

П.Л. Копылов

ОАО «Российский научно-исследовательский институт трубной промышленности». 454139, г. Челябинск, ул. Новороссийская, 30. secretariat@rosniti.ru

Abstract

Vacuum insulated tubing (VIT) is a high-performance, double-walled tubular product that provides temperature isolation in response to various production challenges such as permafrost issues and high-viscosity oil. VIT maintains wellbore temperatures to prevent hydrate formation near the mudline which can impede a cold startup. VIT helps maintain lower viscosity levels, reducing the need for artificial lift and increasing total ultimate recovery. Some well test operations involve alternate periods of production and shut-in. When deepwater operations are involved, VIT helps prevent paraffin and hydrating problems.

Синарский трубный завод основан в 1934г. В последующие годы неоднократно подвергался реконструкции с организацией новых производств и коренным усовершенствованием существующих производств. Благоприятные территориально-экономические условия, пересечение важнейших железнодорожных магистралей и близость к нефтегазовым месторождениям Сибири, способствовали тому, что началось строительство «Синарского трубного завода».

В состав ОАО «СинТЗ» входят два трубопрокатных цеха, цех по производству труб нефтяного сортамента, два волочильных цеха, собственная ТЭЦ, которая обеспечивает завод и город теплом и частично электроэнергией, а также ряд вспомогательных цехов и служб.

ОАО «СинТЗ» поставляет все виды бесшовных труб: нефтегазопроводные, бурильные, насосно-компрессорные, обсадные, холоднодеформированные из углеродистых и легированных марок стали, трубы для паровых котлов и трубопроводов высокого и низкого давления (рис. 1). Общий объем производства труб составляет около 580 тыс. тонн в год. Основными потребителями производимой заводом продукции являются предприятия нефтегазодобывающей промышленности. Доля труб изготавливаемых для предприятий этой отрасли составляет 90% от общего объема производства.

Трубопрокатный цех № 2 построен в 1976 году. В состав цеха входят: трубопрокатный агрегат 140, участок отделки гладких труб, термоотдел, нарезные линии, участок высадки концов труб, бурильный участок. Производительность агрегата составляет 240 тыс. тонн в год.

Трубопрокатный цех №3 построен в 1987 году. В состав трубопрокатного агрегата входят: печь с шагающим подом, прошивной стан, непрерывный 8 клетевой, редуционный 24 клетевой, холодильник длиной 70 метров и пилы пакетной резки труб. Агрегат специализируется на

производстве труб заготовок под последующее изготовление труб в цехах Т-2, Т-4 и В-2. Производительность агрегата составляет 340 тыс. тонн в год.



Рис. 1

1983 г. - в отделении насосно-компрессорных труб цеха Т-2 нарезана первая труба. Позже появится самостоятельный цех по производству труб нефтяного сортамента с производственной мощностью 200 тыс. тонн труб в год.

В 2010 г. на заводе началось освоение производства труб лифтовых теплоизолированных (ТЛТ). Добыча нефти и газа в районах с наличием вечномерзлотных пород выявила необходимость применения теплоизолированных труб для исключения растепления грунта и, как следствие этого, исключения разрушения всей инфраструктуры скважины. Растепление скважины наблюдается из-за того, что температура пород – около -7°C, а температура добываемой среды достигает 80-85°C. К данному классу труб предъявляют основное требование – это необходимость высоких теплоизолирующих свойств.

Применение теплоизолированных труб в нефтяной промышленности связано с внедрением тепловых методов добычи и, в частности, паротепловых методов по добыче «тяжелой (вязкой) нефти», с необходимостью исключения образования парафиновых и газогидратных пробок,

которые образуются из-за снижения температуры добываемой среды в верхней части скважины. Метод заключается в нагнетании вглубь скважины теплоносителя с высокой температурой до 450°С.

В сотрудничестве с российским институтом трубной промышленности ОАО «РосНИТИ», институтом природных газов и газовых технологий ООО «Газпром ВНИИГАЗ», сервисным подразделением ТМК – ООО «ТМК Премиум-Сервис» на ОАО «Синарском трубный завод» разработана конструкция нового инновационного продукта – теплоизолированной лифтовой трубы (ТЛТ) – и организовано ее производство.

Теплоизолированная труба состоит из двух труб, установленных одна внутри другой (рис. 2). Наружная (несущая) труба и внутренняя труба (кожух) соединены методом сварки и создают конструкцию с герметичным межтрубным пространством. Межтрубное пространство заполнено многослойной изоляцией и завакуумировано – давление не более $8 \cdot 10^{-2}$ Па. В ТЛТ применена новая инновационная технология сохранения вакуума в течение длительного срока эксплуатации – применение специальных газопоглотителей (так называемых геттеров), которые вбирают в себя остаточные газы после вакуумирования и газы, выделяющиеся из металла труб в процессе эксплуатации – в основном это свободный водород. Гарантированный расчетный период сохранения заданного исходного значения вакуума – 30 лет. Для подтверждения работоспособности конструкции ТЛТ проведено моделирование нагружения сварного соединения с использованием метода конечных элементов. Использована авторская разработка, позволяющий моделировать напряженное и деформированное состояние конструкций в плоской, осесимметричной и объемной формулировке при силовых, кинематических и температурных воздействиях на упругой и упругопластической стадиях работы конструкций.

Предложен телескопический тип сварного соединения с угловыми кольцевыми швами. Это позволило обеспечить не только равнопрочность соединения по сечению, но и получить необходимый запас прочности. Для сборки теплоизолированной колонны ТЛТ разработано муфтовое соединение с резьбой класса «Премиум» и муфтовым вкладышем из теплоизолирующего материала (Фторопласта 4).



Рис. 2

Основные теплофизические характеристики и условия эксплуатации изготавливаемых ТЛТ представлены в таблице 1. Достигнутые значения коэффициента теплопроводности подтверждены стендовыми испытаниями ТЛТ в ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

Таблица 1

№ п/п	Наименование показателя	Величина	
		По ТУ 14-161-236-2010	Фактическое значение
1	Давление в межтрубном пространстве, не более, Па (мм рт. ст.)	$8 \cdot 10^{-2}$ ($6 \cdot 10^{-4}$)	$1,4 \cdot 10^{-3}$ ($1,05 \cdot 10^{-5}$)
2	Коэффициент теплопроводности теплоизоляции ТЛТ, Вт/м·К	Не более 0,012	От 0,003 до 0,008
3	Коэффициент теплопроводности материала вкладыша муфтового соединения ТЛТ, Вт/м·К	Не более 0,25	0,25
4	Температура пластового флюида, °С	От минус 7 до плюс 100	
5	Давление пластового флюида, МПа	0 ÷ 35	
6	Пластовый флюид	Природный газ (возможно содержание диоксида углерода до 1 %), газоконденсат, пластовая вода (возможно содержание нефтяных фракций)	

Разработана технология производства ТЛТ, которая включает следующие технологические операции:

- сборка наружной и внутренней труб;
- соединение наружной трубы с внутренней трубой вакуумно-плотными сварными швами (рис. 3);

- контроль качества сварных соединений;
- вакуумирование ТЛТ на вакуумном посту и контроль герметичности сварных соединений;
- контроль теплопроводности ТЛТ и окончательная отделка ТЛТ.

Особо стоит отметить при производстве данной высокотехнологичной инновационной

продукции контроль теплофизических свойств ТЛТ. Данный контроль имеет несколько ступеней и включает в себя контроль теплопроводности непосредственно после вакуумирования, контроль теплопроводности после нарезания резьбы на трубе, контроль теплофизических свойств колонны на скважине непосредственно во время эксплуатации. Дополнительно на заводе с момента выпуска первых труб ТЛТ изготовлен так называемый эталон трубы, который проходит периодический контроль теплофизических свойств.



Рис. 3

Для обеспечения производства теплоизолированных лифтовых труб на ОАО «СинТЗ» организован специальный участок, оснащенный необходимым оборудованием и укомплектованный специалистами высокого уровня (рис. 4).



Рис. 4

С учетом перспектив освоения производства ТЛТ на ОАО «СинТЗ» подготовлена и реализуется программа развития участка по производству теплоизолированных труб. Программа предусматривает поэтапное внедрение оборудования, обеспечивающего совершенствование технологии изготовления ТЛТ, максимальную механизацию процесса производства, расширение сортамента выпускаемых труб.

В итоге удалось достигнуть следующих результатов. В соответствии с долгосрочной

программой сотрудничества ОАО «ТМК» и ОАО «Газпром» на заводе в 2011 году было освоено производство насосно-компрессорных теплоизолированных лифтовых труб с условным диаметром наружной трубы 168 мм и внутренней трубы 114 мм с резьбовым соединением ТМК CS. Опытнот – промышленная партия труб в объеме 722 м отгружена в ООО «Газпром добыча Надым» на Бованенковское месторождение и произведен спуск колонн ТЛТ на глубину до 50 м (рис. 5). В настоящее время осуществляется изготовление промышленной партии освоенного типоразмера в объеме 4850 м.

Наряду с серийным производством ТЛТ продолжают работы по разработке и освоению технологии изготовления других типоразмеров ТЛТ, а именно труб с условным диаметром наружной трубы 114 мм и внутренней трубы – 73 мм. В июне 2012г. уже были проведены стендовые испытания первых опытных образцов, в ходе которых также были подтверждены достигнутые значения коэффициента теплопроводности.

В кооперации с ОАО «Волжский трубный завод» (также входящим в ОАО «ТМК») проводится работа по освоению производства ТЛТ для ОАО «Газпром» из хромосодержащих сталей, обладающих высокой коррозионной стойкостью в средах, содержащих диоксид углерода (CO₂).



Рис. 5

Совместно с ОАО «РосНИТИ» проводятся опытные работы по разработке конструкции и освоению технологии изготовления труб лифтовых теплоизолированных для транспортирования сред с повышенными температурами (до 450°С). В рамках данных работ проводится моделирование напряженно-деформированного состояния сварных соединений и моделирование термоциклирования, разработка конструкторской документации, разработка технологии изготовления опытных образцов.